



## PURIFICANDO EL AGUA

El tema de esta actividad fue seleccionado del programa Explorador del Siglo 21 de la NASA titulado, "¿Dónde conseguirá un explorador agua y oxígeno?"

### Sección para el Educador

#### Introducción

Los astronautas a bordo de Estación Espacial Internacional (EEI) se unen al esfuerzo del reciclaje en la Tierra. Ellos reciclan su agua, incluyendo la humedad que exhalan, sudan y el agua que usan para bañarse y afeitarse. Esta agua contaminada es purificada y luego se convierte en agua potable.

#### Objetivos de la Lección

Esta lección te retará a construir y probar un sistema de filtración de agua.

#### Problema

¿Qué puedo hacer para obtener agua potable?

#### Objetivos de Aprendizaje

Los estudiantes

- diseñarán y construirán su propio sistema de filtración de agua.
- recopilarán datos para comparar el agua antes y después de filtrarla.
- llegarán a una conclusión basada en los resultados de esta actividad.
- compararán sus propios resultados con los de la clase con el fin de encontrar ideas en común.

#### Materiales

- El programa Explorador del Siglo 21 de la NASA titulado, "¿Dónde conseguirá un explorador agua y oxígeno?". (Descargue en <http://ksnnsplarc.nasa.gov>.)

Reúna suficiente para el uso de grupos múltiples:

- 7 materiales diferentes para las capas de filtración
  - gravilla de acuario
  - arena para jugar (se puede conseguir en viveros o en tiendas para mejoramiento del hogar)
  - carbón activado/carboncillo activado (en gránulo, se puede conseguir con los materiales del acuario)

**Nivel de grado:** 3-5

**Enlace Curricular:** Ciencia y Salud

**Habilidades Básicas Necesarias para el Proceso Científico:** observación, medición, clasificación y comunicación  
(Asociación para el Avance de la Ciencia)

**Preparación del Maestro:** 60 minutos

Nota: Este tiempo de preparación se puede reducir si los estudiantes construyen la estructura del sistema de filtración de agua.

**Duración de la Lección:** 90 minutos

Nota: Se ha recomendado un lugar para interrumpir la primera clase, si la actividad se lleva a cabo en dos periodos.

**Prerrequisito:** pH, base, neutro, ácido, prueba de pH usando papel tornasol

**Estándares Nacionales de Educación** que se discuten en esta actividad incluyen los de la Ciencia (NSTA/NRC), Matemáticas (NCTM) y Salud (AAHPERD). La correlación de esta actividad con estos estándares se puede ver en la página 8.

#### Materiales Necesarios

gafas de seguridad  
botellas de dos litros  
estopilla  
bandas elásticas  
papel tornasol para probar el pH  
reglas métricas  
vasos plásticos  
platos de papel  
tazas métricas para medir líquidos  
bolsa de malla (pantimedias)  
agua del grifo o agua embotellada  
aderezo italiano (para hacer agua contaminada)  
gravilla de acuario  
arena para jugar  
carbón activado/carboncillo activado  
canicas  
bolitas de algodón  
filtros de café  
material para embalaje (Styrofoam®)

El programa Explorador del Siglo 21 de la NASA titulado, "¿Dónde conseguirá un explorador agua y oxígeno?"

**Nota:** El carboncillo activado es seguro y no es tóxico. Asegúrese de leer la hoja de MSDS (Hoja de Datos de Seguridad).

- canicas
- bolitas de algodón
- filtros de café
- material para embalaje (Styrofoam®)
- agua contaminada
  - aderezo italiano
  - agua de grifo o agua embotellada

Vea cómo preparar agua contaminada en la Sección de Instrucciones Previas a la Lección.

Cada grupo (3 – 4 estudiantes trabajando juntos)

- 1 estructura del sistema de filtración de agua
  - una botella de dos litros con el fondo cortado
  - estopilla
  - bandas elásticas

Vea cómo construir la estructura del sistema de filtración de agua en la Sección de Instrucciones Previas a la Lección.

- 3 materiales de filtración (serán seleccionados durante el proceso de prueba)
- 5 tiras de papel tornasol
- gráfico en colores del pH con variación mínima de 4-10
- 1 regla métrica
- 3 vasos de plástico transparente (de al menos 480 ml) con una perforación cerca del borde (Vea el diagrama en la Sección de Instrucciones Previas a la Lección.)
- 3 platos de papel
- 1 taza métrica de medir líquidos
- 500 ml de agua limpia
- 500 ml de agua contaminada (preparada con anterioridad)

Cada estudiante

- 1 par de gafas de seguridad
- Limpiando el Agua, Sección para el Estudiante

## Seguridad

Aconseje a los estudiantes sobre la importancia de la seguridad en el aula y el laboratorio. Repase las reglas sobre la forma apropiada de oler sustancias en el laboratorio científico. Los estudiantes deben usar protección ocular durante esta actividad. Este experimento exige el uso de las Hojas de Datos de Seguridad (MSDS, por sus siglas en inglés). Puede conseguir las MSDS en <http://www.msdsearch.com/msdssearch.htm>. Esta actividad requiere una limpieza apropiada.

## Instrucciones Previas a la Lección

- Los estudiantes trabajarán en grupos de 3 o 4.
- Anote los nombres de 7 diferentes tipos de materiales filtrantes en 7 pedacitos de papel individuales y colóquelos en un sombrero o canasta. También, escriba “opción libre” en varios pedacitos de papel. Añada suficientes papelitos “opción libre” para que cada grupo escoja un total de 3 materiales filtrantes.
- Reúna los materiales para esta actividad. Cada material filtrante debe llenar el sistema de filtración de agua a una profundidad de 5-8 cm. Debe haber suficiente cantidad de cada material filtrante para uso de varios grupos. Cerciórese de contar con material de sobra para que sus estudiantes escojan sus “opciones libres”.

- Comprima suficientes filtros de café para que varios grupos puedan usarlos como capa filtrante.
- Con anterioridad, lave los gránulos de carbonillo activado para remover el polvo.
  - Coloque los gránulos en una bolsa de malla (se pueden usar pantimedias) y lave con agua del grifo.
- Construya la estructura del sistema de filtración de agua: (una para cada grupo)
  - Perfore la parte superior de cada vaso cerca del borde, para evitar un vacío.
  - Remueva las etiquetas de las botellas de 2 litros y corte el fondo de la botella, cerca de la curva de la botella.
  - Construya la estructura del sistema de filtración de agua cubriendo la boca de la botella con por lo menos 10 capas de estopilla y sujetando con una banda elástica. Vea el



- diagrama:
- Prepare el “agua contaminada”:
  - Examine el agua del grifo antes de preparar la solución de agua contaminada. Debe comenzar esta solución con “agua limpia”. Su agua limpia debe tener un pH de entre 6.5 a 7.5. Si el pH de su agua del grifo no está dentro del límite de 6.5 a 7.5, utilice agua embotellada que puede adquirir en cualquier supermercado.
  - Mezcle 1 parte de aderezo italiano (vinagre y aceite con condimentos, agitado) con 5 partes de agua, en un envase amplio y limpio.
  - Prepare suficiente agua contaminada para que cada grupo tenga alrededor de 500 ml.
  - Observe el pH del agua contaminada, debe ser alrededor de 4. Si es necesario, agregue vinagre al agua contaminada para bajar el pH.
- Reserve suficiente agua limpia (de grifo o adquirida en la tienda con un pH entre 6.5 y 7.5) para que cada grupo de estudiantes tenga alrededor de 500 ml.
- Por lo menos un día antes de efectuar esta actividad:
  - Discuta con su clase los “materiales purificantes y filtrantes”. Anime a sus estudiantes a que traigan materiales para agregar a los suministrados. Éstos serán materiales para seleccionar libremente.

- Repase el pH, ácido, base y neutro con sus estudiantes y enséñeles como analizar el nivel de pH usando el papel tornasol. Repase el gráfico en colores de pH.

## Desarrollo de la Lección

Con el fin de prepararse para esta actividad, se recomienda la siguiente información de referencia:

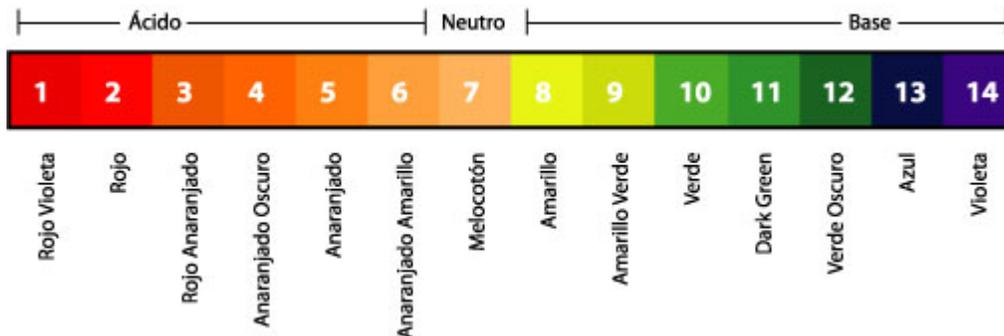
- Lea la explicación en el texto Web del programa Explorador del Siglo 21 de la NASA titulado, “¿Dónde conseguirá un explorador agua y oxígeno?” el cual se encuentra en el portal de Internet: <http://ksnnsplarc.nasa.gov>.
- Lea el siguiente texto tomado de la Sección de Observación de Limpiando el Agua, Sección para el Estudiante.

### Observación

Los astronautas a bordo de la Estación Espacial Internacional (EEI) se unen al esfuerzo del reciclaje en la Tierra. Este tipo de reciclaje es diferente al que se lleva a cabo en su hogar o la escuela. Ellos reciclan su agua, incluyendo la humedad que exhalan, sudan y el agua que usan para bañarse y afeitarse. Esta agua contaminada es purificada y luego se convierte en agua potable.

La EEI usa la filtración y esterilización por temperatura para asegurarse que el agua es lo suficientemente pura para beber. El agua se analiza con frecuencia para asegurarse que reúne los requisitos de calidad de agua para beber y se monitorea para estar seguros que no contiene bacterias o contaminantes, y que tiene el pH adecuado. La escala de pH varía entre 0 a 14 y es una herramienta que los científicos usan para medir la potencia de un ácido o base. El balance apropiado de pH 7 es muy importante para el cuerpo humano.

### GRAFICO EN COLORES DE pH



## ESCALA del pH (Resumen)

Mide	Tipo	Ejemplos
Bajo 7	Ácido	jugos cítricos como limón, naranja, o lima sodas como el refresco de cola
7	Neutro	agua limpia y pura
Sobre 7	Base	pasta de dientes, bicarbonato de soda

Los sistemas de agua pública deben cumplir el requisito un nivel de pH de 6.5 a 8.5. Se requiere que el agua de la EEI esté entre 6.0 y 8.5. El agua reciclada en la EEI es estéril, sin olor ni sabor desagradable.

El reciclaje del agua será imprescindible para misiones de larga duración como las de la EEI o los posibles viajes hacia la Luna y Marte. Debido a restricciones de peso, una nave espacial en un viaje largo hacia la Luna y Marte tendría limitaciones con respecto a la cantidad de agua que pudiera transportar.

En esta actividad, construirás y probarás un sistema de filtración de agua.

- Si es necesario, se pueden efectuar investigaciones adicionales sobre los siguientes temas científicos:
  - el pH, incluyendo base, neutro y ácido
  - pruebas de pH usando papel tornasol
  - gráficos en colores de pH

### Procedimientos Instructivos

1. Durante esta lección, recalque los pasos necesarios del método científico. Estos procesos se identifican con texto en ***negrilla cursiva*** por toda la Sección de los Procedimientos Instructivos y en ***negrilla*** por toda la Sección de Purificando el Agua, Sección para el Estudiante.
2. Con los estudiantes discuta La Rúbrica sobre Investigación Científica, haciendo énfasis en el Indicador de Desempeño.
3. Exhiba el programa Explorador del Siglo 21 de la NASA titulado, “¿Dónde conseguirá un explorador agua y oxígeno?” para suscitar el interés de los estudiantes y aumentar su conocimiento sobre este tema.
4. Repase con los estudiantes el pH, incluyendo base, neutro y ácido. También refiérase a las pruebas de pH usando papel tornasol y los gráficos en colores de pH.
5. Repase el problema con los estudiantes.  
**Problema:** ¿Qué puedo hacer para obtener agua potable?
6. Pida que los estudiantes lean la sección de **Observación** de Purificando el Agua, Sección para el Estudiante y la discutan con sus grupos.
7. Anime a sus estudiantes a que discutan y hagan **observaciones** sobre este tema completando las primeras dos columnas en la tabla SQA (Lo que Sé, Lo que quiero Saber, Lo que Aprendí) en Purificando el Agua, Sección para el Estudiante. Utilice la tabla SQA para ayudar a los

estudiantes a organizar su conocimiento previo, identificar sus intereses, y correlacionar la información al mundo real. A medida que sus estudiantes sugieran información para la columna “SÉ”, pídeles que compartan cómo llegaron a pensar sobre esta información.

8. Pregúntele a sus estudiantes si tienen predicciones relacionadas con esta actividad y la “interrogativa del problema”. Ayúdelos a definir sus predicciones como una **hipótesis**. En su Sección para el Estudiante, deben plantear la “interrogativa del problema” como una declaración basada en sus **observaciones** y predicciones. Anime a sus estudiantes a compartir su hipótesis con el grupo.
9. Los estudiantes **probarán** su hipótesis luego de completar este procedimiento. (Los siguientes pasos son tomados de la Sección para el Estudiante. Los comentarios para los maestros están en cursiva.)

1. Colócate las gafas de seguridad.

*Subraye la importancia de mantener su protección ocular durante esta parte de la lección.*

2. Coloca la botella boca abajo con la boca sobre el vaso plástico claro para atrapar el agua filtrada. (Observa el diagrama del Sistema de Filtración para Limpieza de Agua.)

*Asegúrese que el vaso debajo del sistema sea de suficiente tamaño para “atrapar” el agua que salga del filtro.*

3. Escoge 3 pedacitos de papel de tu maestro o maestra.

*Permita que cada grupo escoja 3 pedacitos de papel con los materiales filtrantes seleccionados u “opción libre” escritos en ellos.*

Los artículos escritos en estos papeles son los materiales que usarás como capas de filtración de agua. Si escoges un papelito con la inscripción “opción libre”, tú y tu grupo pueden escoger el material que deseen usar como capa de filtración.

4. Reúne los materiales filtrantes en los platos de papel; uno en cada plato. En grupo, decidan en qué orden por capas, colocarán sus materiales.
5. Llena la botella con el primer material filtrante a una profundidad de 5-8 centímetros (cm).  
Nota: Los filtros de café y las bolitas de algodón deben ser comprimidos.
6. Coloca el segundo material filtrante a una profundidad de 5-8 cm por encima del otro.
7. Coloca el tercer material filtrante a una profundidad de 5-8 cm por encima del segundo.
8. Obtén 350 ml de agua limpia. Observa las propiedades del agua antes que la filtres. Dirige el olor del agua hacia tu nariz con tu mano (la forma apropiada de oler sustancias durante un experimento). Mide el pH del agua con el papel de tornasol y compáralo con el gráfico en colores del pH. **Recopila los datos y anota** tus observaciones en la Hoja de Datos de Purificando el Agua. Recuerda las reglas para la forma apropiada de oler sustancias en el laboratorio de ciencias y no saborees.

*Esta medida de pH servirá de control. Cuando filtren el agua contaminada, los estudiantes sabrán que está limpia cuando su pH sea igual al del control.*

9. Deja correr el agua limpia a través de tu sistema de filtración de agua para cerciorarte que el agua pueda fluir.

*Los estudiantes deben verter alrededor de 10-16 onzas de agua limpia a través de su sistema de filtración de agua para cerciorarse que el agua pueda fluir. Asegúrese que el vaso debajo del sistema sea de suficiente tamaño para “atrapar” el agua que salga del filtro.*

10. Mientras esperas que el agua limpia corra a través de tu sistema de filtración de agua, dibuja y nombra tu diagrama de manera que corresponda con tu sistema de filtración.

*Pida que sus estudiantes dibujen los materiales filtrantes y nombren cada capa en el diagrama en Purificando el Agua, Sección para el Estudiante.*

**-- SE SUGIERE INTERRUMPIR LA ACTIVIDAD EN ESTE PUNTO. CONTINÚE EN SU PRÓXIMO PERIODO DE CLASE--**

*Si interrumpe la actividad aquí, los materiales filtrantes pueden secarse antes de continuar. El sistema de filtración debe “mojarse” nuevamente con unos 500 ml adicionales de agua limpia cuando esté listo para continuar esta actividad.*

11. Una vez que el agua limpia haya corrido a través del sistema de filtración de agua, cambia el vaso plástico claro con uno nuevo. Si el agua tiene apariencia arenosa, debe desecharse fuera del salón. De lo contrario, puede desecharse en el fregadero.

*El vaso puede ser reutilizado en el próximo paso.*

12. Obtén 350 ml de agua contaminada. Observa las propiedades del agua antes de filtrarla. Nota el olor del agua. Mide el pH del agua con el papel tornasol y compáralo con el gráfico en colores del pH. **Recopila los datos y anota** tus observaciones en la Hoja de Datos de Purificando el Agua.

*Recuerde a los estudiantes que deben dirigir el olor del agua hacia su nariz con la mano (la forma apropiada de oler sustancias durante un experimento). También deben medir el pH de la muestra de agua. Repase las reglas sobre la forma apropiada de oler y saborear sustancias en el laboratorio científico.*

13. Deja correr el agua contaminada a través del sistema de filtración. Observa las propiedades del agua después que haya sido filtrada una vez y **anota** tus observaciones en la Hoja de Datos. Mide el pH del agua con el papel tornasol y compáralo con el gráfico en colores del pH. **Recopila los datos y anota** tus observaciones en la Hoja de Datos de Purificando el Agua.

*Repase las reglas sobre la forma apropiada de oler y saborear sustancias en el laboratorio científico.*

14. Reemplaza el vaso plástico claro por uno nuevo. Vierte el agua filtrada otra vez dentro del sistema de filtración de agua.
15. Filtra el agua una vez más. Mientras el agua contaminada corre a través del sistema de filtración de agua, discute con tu grupo cómo afectó al agua cada capa en tu sistema de filtración.
16. Observa las propiedades del agua después de haberla filtrado por segunda vez. Nota el olor del agua. Mide el pH del agua con el papel tornasol y compáralo con el gráfico en colores del pH. **Recopila los datos y anota** tus observaciones en la Hoja de Datos de Purificando el Agua.

*Repase las reglas sobre la forma apropiada de oler y saborear sustancias en el laboratorio científico.*

*Cerciórese que los estudiantes comparen las propiedades del agua filtrada con el control (el agua limpia) para determinar si el agua contaminada fue “purificada” a través de su sistema de filtración de agua.*

*Descarte todos los materiales envolviéndolos en periódico y colocándolos en el basurero.*

## Datos Para Estudio

Después de tomar todas las medidas, los estudiantes deben estudiar los datos de la Hoja de Datos de Purificando el Agua, contestando las preguntas en la Sección para el Estudiante.

## Conclusión

- Discuta las respuestas a las preguntas que se encuentran en Purificando el Agua, Sección para el Estudiante.
- Pida que sus estudiantes actualicen la columna titulada APRENDÍ en su tabla de SQA.
- Pida que los estudiantes escriban una conclusión replanteando su hipótesis y explicando de qué manera los resultados soportan, o no, la hipótesis.
- Pregunte a sus estudiantes de que manera sus conclusiones tienen relación con el desarrollo de nuevos sistemas de filtración de agua y el reciclaje para la exploración espacial.
- Pregunte a los estudiantes qué piensan ahora, y anímelos a que diseñen sus propias actividades.

## Evaluación

- Evalúe los conocimientos de los estudiantes mediante preguntas.
- Observe y evalúe el desempeño estudiantil en esta actividad usando la Rúbrica de Investigación Científica adjunta a esta actividad.

## Correlación de esta Actividad con Los Estándares Nacionales de Educación

### Estándares Nacionales de Educación de Ciencias

Asociación Nacional de Maestros de Ciencias/Consejo Nacional de Investigación (NSTA/NRC)

Estándar del Contenido A: La Ciencia como Investigación

- Habilidades necesarias para llevar a cabo investigación científica (K-8)
- Entendiendo la investigación científica (K-8)

Estándar del Contenido F: Ciencia desde la Perspectiva Social y Personal

- Salud personal (K-8)

### Estándares Nacionales para la Educación de la Salud:

Alianza Americana para la Salud, Educación Física, Recreación y Danza (AAHPERD)

Estándar de Educación de la Salud 3: Los estudiantes demostraran la habilidad de poner en práctica comportamientos que favorezcan la salud y disminuyan riesgos.

- 4: demostrarán estrategias para mejorar o mantener su salud personal

### Estándares Nacionales sobre Educación de las Matemáticas

Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas (NCTM)

Estándares de Números y Operaciones:

- Calcular fluidamente y elaborar estimados razonables
  - desarrollar fluidez en la suma, resta, multiplicación, y división de números enteros

Estándar de Medidas:

- Entender atributos de objetos que puedan ser medido, así como unidades, sistemas y procesos de medición.
  - Entender atributos tales como longitud, área, peso, volumen, tamaño de un ángulo y seleccionar la unidad apropiada para medir cada atributo
- Aplicar técnicas, herramientas y fórmulas apropiadas para determinar las medidas

- Seleccione y utilice puntos de referencia para estimar medidas

## Alcance del Plan de Estudios

Para extender los conceptos de esta actividad, se pueden llevar a cabo las siguientes investigaciones:

### Artes de la lengua

Pida que sus estudiantes expliquen la actividad. ¿Cómo pueden los estudiantes mejorar esta actividad? ¿Dónde se pudieron haber cometido errores? ¿De qué manera podrían estos errores afectar los resultados?

Estándares Nacionales de Artes de Educación del Idioma Inglés  
Estándares del Concejo Nacional de Maestros de Inglés (NCTE):

- Los estudiantes realizan investigaciones sobre asuntos e intereses, generando ideas y preguntas y planteando problemas. Recopilan, evalúan y resumen información usando una variedad de recursos (incluyendo el texto impreso y no impreso, objetos, personas) para comunicar sus conocimientos de la manera más conveniente a su propósito y a su público.

## Referencias y Enlaces Profesionales

Se agradece a los expertos del tema Jitendra Joshi, Michele Perchonok, Debbie Berdich, Frederick Smith y Julia Hains-Allen por sus contribuciones al desarrollo de este material educativo.

Jitendra Joshi es el Tecnólogo principal en el Programa de Investigación y Tecnología del Sistema Humano (Human Systems Research and Technology Program). Puede aprender más sobre el Sr. Joshi en: <http://www.dsls.usra.edu/joshi.html>.

Más información sobre Michele Perchonok, científica de alimentos del Centro Espacial Johnson se consigue aquí: <http://www.ift.org/cms/?pid=1000543>.

Debbie Berdich es apoyo para los sistemas biomédicos del Proyecto de Sistemas de Habitación (Habitation Systems Project) del JSC. Más información sobre su trabajo puede conseguirse aquí: [http://esrt.jsc.nasa.gov/taehdt/project\\_overview/project\\_overview\\_main.htm](http://esrt.jsc.nasa.gov/taehdt/project_overview/project_overview_main.htm) y aquí [http://www.nasa.gov/vision/earth/everydaylife/real\\_glass.html](http://www.nasa.gov/vision/earth/everydaylife/real_glass.html).

Frederick Smith es el líder en Monitores Avanzados de Aire (Advanced Air Monitoring) de la División de Ingeniería de Tripulación y Sistemas Térmicos (Engineering Crew and Thermal Systems Division). Más información sobre el Sr. Smith puede conseguirse aquí: <http://quest.arc.nasa.gov/people/bios/space/smithf.html> y <http://advlifepupport.jsc.nasa.gov>.

Julia Hains-Allen es la Supervisora de Educación en el Centro Especializado de Investigación y Entrenamiento de la NASA (Specialized Center of Research and Training - NSCORT) con enfoque en "el soporte vital avanzado". Para aprender más sobre los proyectos e investigaciones que se llevan a cabo en el área del soporte de vida avanzado visite: <http://www.alsnscort.org>.

*Esta actividad fue adaptada de los productos educacionales de la NASA.*

Esta lección fue preparada por el equipo del Programa de Divulgación Educativa sobre Investigación Humana del Centro Espacial Johnson de la NASA.

# Rúbrica de Investigación Científica

**Actividad:** PURIFICANDO EL AGUA

Nombre del Estudiante \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

<b>Indicador del Desempeño Educativo</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
El estudiante desarrolló una pregunta e hipótesis claras y completas.					
El estudiante siguió todas las reglas y procedimientos de seguridad en el laboratorio.					
El estudiante utilizó los pasos del método científico.					
El estudiante anotó todos los datos en la hoja correspondiente y llegó a una conclusión basándose en los datos.					
El estudiante hizo preguntas interesantes relacionadas con el estudio.					
El estudiante describió al menos una recomendación para NASA en el área de filtración y reciclaje de agua.					
<b>Puntaje Total</b>					

**Puntaje Total:** \_\_\_\_\_ / (24 posibles)

**Calificación para esta investigación** \_\_\_\_\_

### Escala de Calificación:

A = 22 - 24 puntos

B = 19 - 21 puntos

C = 16 - 18 puntos

D = 13 - 15 puntos

F = 0 - 12 puntos

# El Sistema de Filtración para Limpieza de Agua

